



**FRANCE
PROTECTION Foudre**
Etude - Installation - Contrôle - Maintenance

Qualifoudre
INERUS
9°1323157321137

ETUDE TECHNIQUE FOUDRE

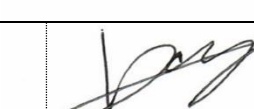

PROTECTION CONTRE LA Foudre

**ENTREE BASE BA113
SAINT NIZIER (52)**

AFFAIRE N° : AF00822

REF : ETF1131 140623 Rapport ETF réaménagement Entree base BA 113

Date : 14/06/2023

VERSION	DATE	REDACTEUR	Visa	APPROBATEUR	Visa
Initiale	14/06/2023	Eric Danjoux		Sami Chatty	


 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

Table des Matières

1	GENERALITES	3
1.1	Définition	3
1.2	L'ETF et le processus de la protection foudre	3
2	CADRE DE L'ETUDE	4
2.1	Limites de l'étude	4
2.2	Méthodologie	4
2.3	Environnement réglementaire et normatif	5
3	DONNEES GENERALES	7
3.1	Objet de ce cahier des charges	7
3.2	Donneur d'ordre	7
3.3	Site ou zone concernée	7
3.4	Réalisation de l'étude	7
4	RESULTATS DE L'ARF	8
5	Description générale des bâtiments et lignes entrantes étudiés	9
5.1	Bâtiment et structures des bâtiments	9
6	DETERMINATION DES PRINCIPES DE PROTECTION	11
6.1	Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF)	11
7	DIMENSIONNEMENT DES systèmeS DE PROTECTION	12
7.1	Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) - Bâtiment Bâtiment Entrée BA113	12
7.2	Plan de principe IEPF Bâtiment Entrée BA113	16
7.3	Installation intérieure de protection foudre (IIPF)	17
7.4	Protections associées aux parafoudres de type 1	19
7.5	Plan d'implantation des parafoudres	20
8	Resume des protection à installer	21
8.1	Tableau récapitulatif des protections à installer	21
9	ANNEXES	22
9.1	Lexique	22

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

1 GENERALITES

1.1 Définition

L'Etude Technique de la protection contre la Foudre (E.T.F.) est la deuxième phase de la mise en place d'une protection contre les effets de la foudre. Elle est la phase de définition et de dimensionnement du Système de Protection Foudre (SPF) ainsi que de sa maintenance. L'étude reprend les conclusions de l'Analyse du risque Foudre (A.R.F.) si la méthode probabiliste a été privilégiée (NFEN62305-2) ou est imposée par la réglementation (ICPE, etc.), ou bien répond à des demandes de protection spécifiques et déterminées. Pour atteindre des résultats probants, cette étude s'appuie sur différentes normes applicables en France et citées plus bas.

1.2 L'ETF et le processus de la protection foudre

Dans le cas de sites concernés par une démarche de protection foudre, le processus inclut l'Etude Technique Foudre dès lors que l'Analyse du risque foudre détermine un besoin, qu'il soit avéré par une méthode probabiliste ou déterministe.

Elle est réalisée en se basant sur **les résultats de l'ARF**, qui définit le niveau de protection (Np I, II, III, ou IV) et les différents systèmes liés à la sécurité devant être protégés, ainsi que les moyens de prévention, d'alerte nécessaire pour que le risque foudre soit ramené sous un seuil tolérable au sens de la norme de référence NFEN62305-2.

Chaque phase de mise en œuvre d'un Système de Protection Foudre (SPF) fait l'objet d'un **document** remis à l'exploitant et/ou propriétaire. Ces documents, dans le cas où la nécessité de protection est avérée, sont :

- Analyse du Risque Foudre (ARF)
- **Etude Technique Foudre (ETF)**
- Notice de vérification et de maintenance (NVM)
- Dossier des ouvrages exécutés (DOE)
- Rapport de Vérification Initiale (VI)
- Rapports de Vérifications Périodiques (VP)

Si une protection contre les effets directs et indirects n'est pas requise par l'analyse du risque, seule l'ARF est nécessaire.

A la suite de ces opérations de mise en place et/ou de mise en conformité, la maintenance des installations est programmée, avec une périodicité annuelle pour la vérification (Une vérification complète ou une vérification visuelle)

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

2 CADRE DE L'ETUDE

2.1 Limites de l'étude

Notre étude porte sur un seul bâtiment du site. Cependant, les calculs effectués concerneront exclusivement les installations sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, ainsi qu'à la sûreté de la base (les autres conséquences ne sont pas prises en compte : pertes de production, ...) dans le cadre de la protection foudre et de l'Analyse du Risque foudre réalisée par nos soins et validée par votre service et référencée dans ce document

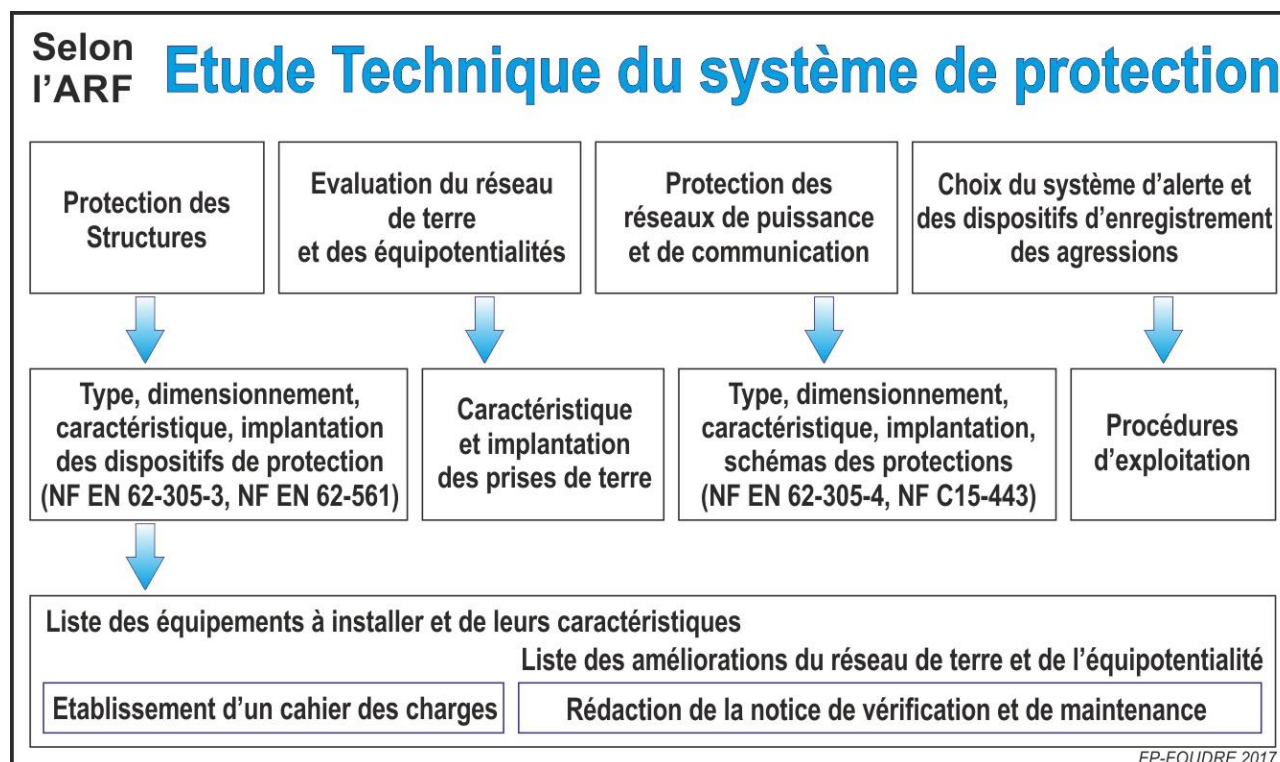
Elle est réalisée à partir des documents qui nous ont été fournis ou les éléments relevés sur site lors de notre visite et validés par nos interlocuteurs (ou au niveau des documents de conception fournis).


La foudre est un phénomène naturel dont les caractéristiques ont été modélisées pour la définition des normes applicables pour cette étude. L'analyse de risque permet de déterminer une probabilité d'agression du (des) bâtiment(s) et/ou zones étudiées et de déterminer le niveau de protection adéquat du système ou des mesures de prévention et de protection à mettre en place en fonction de ces modèles.

Cette méthode permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre, sans toutefois pouvoir garantir une protection totale.

Bien que notre analyse soit réalisée en étroite collaboration avec nos interlocuteurs, il appartient au destinataire de cette étude de vérifier que les hypothèses prises en compte sont correctes et exhaustives.

2.2 Méthodologie



 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

2.3 Environnement réglementaire et normatif

2.3.1 Objet du document


L'objet de ce document est de déterminer les mesures de protection en réponse à l'Analyse du Risque Foudre, en s'appuyant sur les normes et règlement en vigueur cités au §2.2.3 :

2.3.2 Textes réglementaires de référence

Selon les informations transmises, le bâtiment n'est pas soumis à l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié.

Documents et guides Normatifs


Texte	Titre	Date
NF-C 15 100	Installations électriques basse tension	Déc. 2002
UTE C15-443	Guide pratique Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine de manœuvre ou atmosphériques.	Aout 2004
CEI 61643-12	Parafoudres connectés au réseau BT- principes de choix et d'application	Mai 2020
NF EN 62561-1	Norme produit Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion	Aout 2017
NF EN 62561-2	Norme produit Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre	Déc 2016
NF EN 62561-3	Norme produit Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement	Sept 2017
NF EN 62561-4	Norme produit Prescriptions pour les fixations de conducteur	Déc 2017
NF EN 62561-5	Norme produit Prescriptions pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre	Dec 2017
NF EN 62561-6	Norme produit compteurs de coup de foudre	Novembre 2011
NF EN 62561-7	Norme produit Prescriptions pour les enrichisseurs de terre	Décembre 2012
NF EN 62305-1	Protection contre la foudre – partie 1 principes généraux	Novembre 2013
NF EN 62305-2	Protection contre la foudre – partie 2 : évaluation des risques	Décembre 2012
NF EN 62305-3	Protection contre la foudre – partie 3 : dommages physiques sur les structures et risque humains	Décembre 2012
NF EN 62305-3 F1	Fiche interprétation F1 de la norme NF EN 62305 -3 de déc 2012	Novembre 2014
NF EN 62305-4	Protection contre la foudre – partie 4 : réseaux de puissance et de communication dans les structures	Décembre 2012

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

Notes informatives :

Documents INERIS : D2 (2023) note_Qualifoudre_n2_déconnecteurs_parafoudres_v3-1_version_mars_2023

Documents INERIS : E NOTE-QUALIFOUDRE_N°3_Notice de vérification_V1

 FRANCE PROTECTION Foudre Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

3 DONNEES GENERALES

3.1 Objet de ce cahier des charges

Cette étude est réalisée à la demande de l'USID DE NANCY, sur le site de la BA 133, dans une démarche de conception d'un Système de Protection Foudre (SPF), en vue de la construction de la nouvelle entrée de la BA113.

Ce document doit permettre de décrire et référencer les travaux à réaliser en matière de protection foudre, pour être intégré dans le Dossier de Consultation des Entreprises. Il appartient à l'USID et aux intervenants à la rédaction de ce DCE de transcrire ces indications vers les lots concernés.

3.2 Donneur d'ordre

Nom : USID de NANCY
Adresse : 80 rue Sergent Blandan
Ville : 54029 NANCY Cedex
Responsable : Mr Thierry BANZET

3.3 Site ou zone concernée

Nom : Bâtiment Entrée Base BA 113
Adresse : Route de Moeslains
Ville : 52100 Saint Dizier
Interlocuteur : Mr Thierry FABRE


3.4 Réalisation de l'étude

L'étude fait suite à l'attribution du marché par AEVC N°501536 du 24/08/2022

Société : France Protection Foudre
Rédacteur : Eric DANJOUX – Certificat compétence Qualifoudre n°13701 Niveau 3
Courriel : eric.danjoux@fp-foudre.fr
Approbateur : Sami Chatty – Certificat compétence Qualifoudren°13702 Niveau 3
Courriel : sami.chatty@fp-foudre.fr

Qualification : Qualifoudre n° 1323137521137



 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

4 RESULTATS DE L'ARF

Le bâtiment ne relève pas du classement ICPE, mais son activité de sécurité et sureté amène à une analyse de mise en place de protection :

Compte tenu des activités du site et des obligations de sécurité et de sureté une analyse déterministe a été réalisée en complément de l'analyse probabiliste produite selon la norme NFEN62305-2 version 2012, en vigueur.

- L'analyse selon la norme de référence permettra d'évaluer le risque de pertes humaines et de rassembler les données statistiques de foudroiement du bâtiment.
- L'analyse déterministe permettra de lister les points sensibles et relevant des risques de pertes de disponibilité

Seront donc pris en compte l'obligation de continuité de service (disponibilité) des installations sensibles d'accès et de contrôle des accès à la base.

	Méthode	Facteur	Mesure	Niveau de Protection	Commentaires
« Bâtiment S1 BÂTIMENT ENTRÉE BA113 »	Probabiliste	Effets directs	Installation Extérieure de Protection Foudre	SO	Mesure de réduction des risques issue du calcul selon la NFEN62305-2 non nécessaires
			Equipotentialités des éléments métalliques, réseaux entrants	SO	
« Bâtiment S1 BÂTIMENT ENTRÉE BA113 »	Déterministe	Effets directs	Installation Extérieure de Protection Foudre	NP1	Maintien des conditions opérationnelles et disponibilité des fonctions
			Equipotentialités des éléments métalliques, réseaux entrants		
		Effets indirects	Protection par parafoudres coordonnés des équipements essentiels connectés aux réseaux entrants	NP1	Réduction des risques de pertes des matériels essentiels
			Mise en œuvre de mesure de réduction des effets inductifs sur les réseaux entrant, Mise en œuvre règles de câblage et précautions de mise à la terre	-	
		Protection des personnes	Interdiction des Accès en toiture, limitation des circulations extérieures par temps d'orage	-	Mesures de restriction réduisant les risques de blessures

Les préconisations de notre Analyse du risque foudre sont donc les suivantes :

- ✓ Mise en œuvre d'une protection contre les effets directs de la foudre de niveau 1 sur le bâtiment.
- ✓ Mise en œuvre de parafoudres coordonnés sur les réseaux entrants de niveau 1
- ✓ Réalisation des équipotentialités des réseaux entrants
- ✓ Précautions de câblage et soin dans les mises en œuvre des réseaux, leur nature (blindages) et maillages des terres

5 DESCRIPTION GENERALE DES BATIMENTS ET LIGNES ENTRANTES ETUDIES

5.1 Bâtiment et structures des bâtiments

5.1.1 Bâtiment entrée BA113 :

Les structures des bâtiments sont décrites ci-dessous :

Structure	Matériau
Revêtement Toiture	Bardage
Charpente Toiture	Métallique
Charpente Toiture Est	Structure métallique + Béton
Revêtement façades	Enduits et peintures
Structure au sol	Terre / Bétons Béton et carrelage intérieur

Coupe type AA
Echelle 1/150



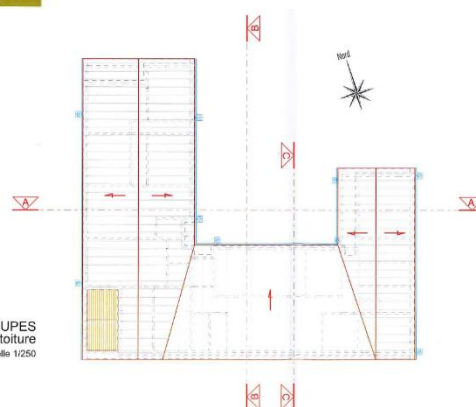
Coupe type BB
Echelle 1/150



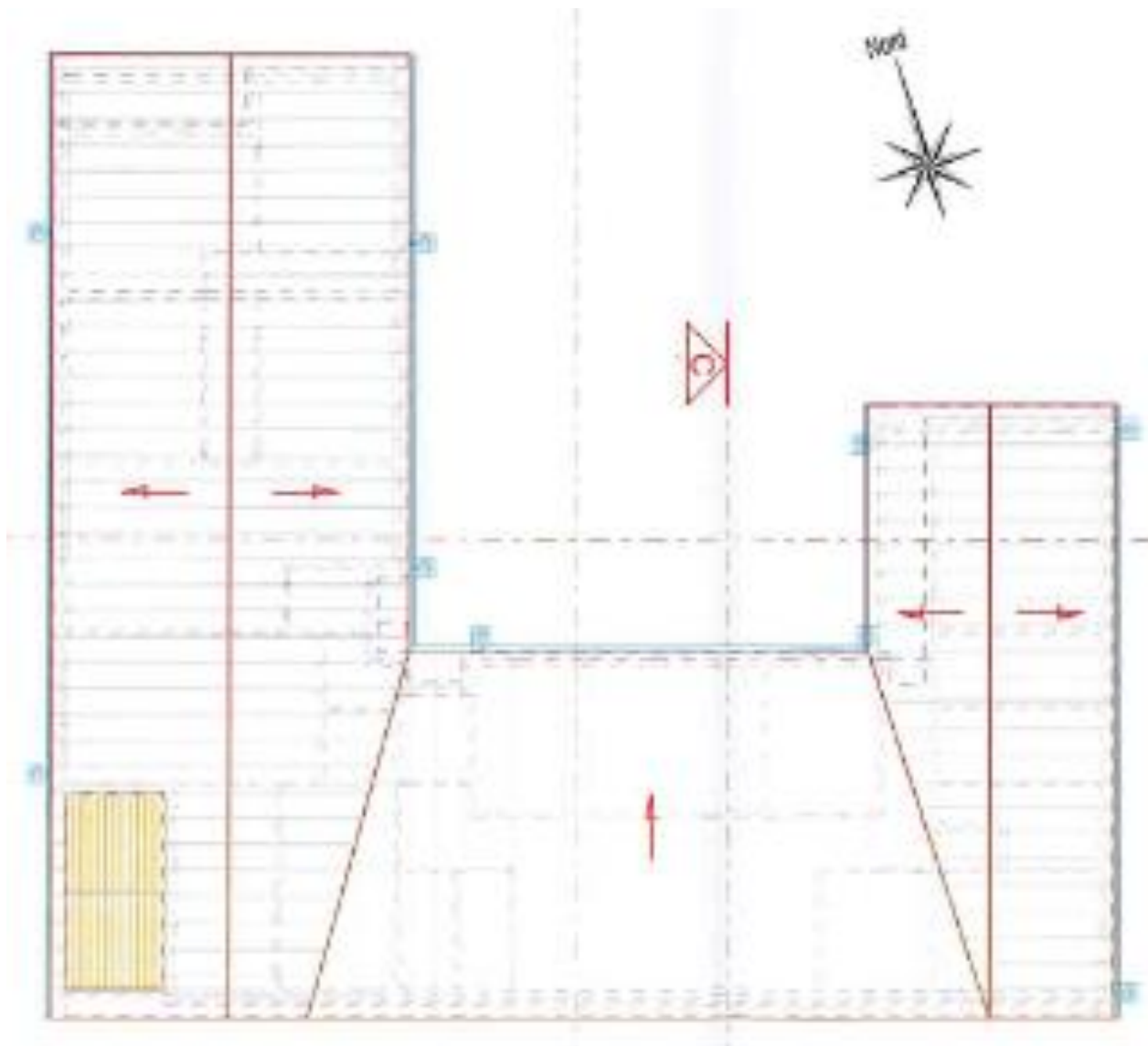
Coupe type CC
Echelle 1/150



REPERAGE COUPES
Plan de toiture
Echelle 1/250



5.1.2 Vue en plans du bâtiment



 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

6 DETERMINATION DES PRINCIPES DE PROTECTION

Plusieurs systèmes de protection contre la foudre permettent d'atteindre les objectifs de protection (niveau I). La différence entre ces systèmes se trouve principalement dans les Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPF)

6.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF)

6.1.1 Systèmes et méthode de Protection contre les impacts directs

On distingue 2 types de systèmes de protection contre les effets directs :

Les systèmes dits passifs, issus de la norme NFEN62305-3, utilisant la détermination par des SPF par la méthode de la sphère fictive, de l'angle, de la maille avec les systèmes de capture suivants :

- Tiges simples (compris les mâts séparés) ;
- Fils tendus ;
- Conducteurs maillés.

Système dits « actifs » : Les Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA). Ces dispositifs à pointes actives reposent sur la capacité du système intégré à la pointe de générer une « avance à l'amorçage » : le dispositif d'amorçage permet d'accroître la distance d'amorçage en générant un traceur ascendant précoce (par rapport au traceur ascendant naturellement émis par une pointe simple) et ainsi la zone de protection du paratonnerre.

6.1.2 Choix du système de protection contre les effets directs :

Systèmes passifs :

- Cette solution est retenue car adaptée pour la protection des équipements sensibles à vocation stratégique.

Systèmes actifs :

- Cette solution n'est pas retenue car non retenue pour la protection des équipements sensibles à vocation stratégique, du fait de leur possible non disponibilité (si dispositif d'amorçage défaillant).

Solution retenue :
IEPF par paratonnerres passif

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

7 DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES DE PROTECTION

7.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) - Bâtiment Bâtiment Entrée BA113

7.1.1 Généralités

Le système retenu par dispositif passif est dimensionné par le modèle de la sphère fictive selon la norme NFEN62305-3 version 2012.

Le matériel installé pour l'écoulement et la dissipation du courant de foudre devra répondre aux normes en vigueur à la date des travaux, de la série NFEN 62561.

7.1.2 Dispositifs de capture :

Pour assurer la protection contre les coups de foudre directs du bâtiment, il sera installé :

- ✓ **Au regard de la construction et des études de mise en œuvre, un dispositif de capture déterminé par la méthode de la sphère fictive est proposé. :**
 - Mise en œuvre de 24 paratonnerres à tige simple de hauteur 1m disposées sur le pourtour, les faîtages et en pleine toiture selon le plan joint et dont les écartements ne doivent pas excéder 12m
 - Un maillages des pointes au pas d'environ 10m, en respectant les interconnexions données sur le plan joint

Nota : Le rayon de sphère fictive appliqué est de 20m, correspondant au Np1.

7.1.3 Descentes

Pour assurer l'écoulement du courant de foudre, il sera installé :


- **16 descentes disposées conformément au plan en § 7.2 page 19** réalisées en conducteur normalisé, rejoignant les prises de terre.
- Il sera mis en place dispositif de **1 comptage de coup de foudre** pour assurer l'enregistrement des coups de foudre. Le compteur sera installé sur la mise à la terre du parafoudre de type 1 du TGBT (Cf. § 7.3.2 parafoudres).

Une procédure de surveillance sera mise en place selon le type de comptage mis en place. Cette procédure sera reportée dans la notice de vérification et de maintenance.

7.1.4 Prises de terre

Réseau de terre :

Le **réseau de terre électrique à fond de fouille peut assurer l'écoulement du courant de foudre** si son dimensionnement respecte les caractéristiques suivante (extrait de la norme NFEN62305-3 – 2012) :


 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

Ce type de disposition comporte, soit un conducteur de ceinturage extérieur à la structure à protéger, en contact avec le sol sur au moins 80 % de sa longueur totale, soit **une prise de terre à fond de fouille formant une boucle fermée réalisée par un conducteur cuivre nu 50mm² ou équivalent.**

Nota : Bien que 20 % de sa surface puissent ne pas être en contact avec le sol, le conducteur de ceinturage doit toujours être entièrement connecté sur toute sa longueur.

Pour la prise de terre en boucle (ou une prise de terre à fond de fouille), le rayon géométrique moyen r_e de la surface délimitée par ladite prise (ou la prise de terre à fond de fouille) ne doit pas être inférieur à la valeur de l_1 (relative à la résistivité du sol):

$r_e > l_1$ où l_1 est représentée à la Figure 3* selon les classes I, II, III et IV de SPF.

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

Le SPF étant de niveau 1, sa longueur relative à la résistivité du sol et au rayon équivalent à respecter selon le tableau 3 de la norme NFEN62305-3 sera à minima de :

Résistivité	≤ 500 ohm.m	800 ohm.m	1000 ohm.m	1200 ohm.m
Longueur	32m	95m	126m	140m

La longueur d'une boucle à fond de fouille en pourtour du bâtiment aurait (selon l'évaluation faite sur plan) une longueur d'environ 140m, ce qui correspond à une valeur acceptable pour une résistivité jusqu'à 1200ohm.m.

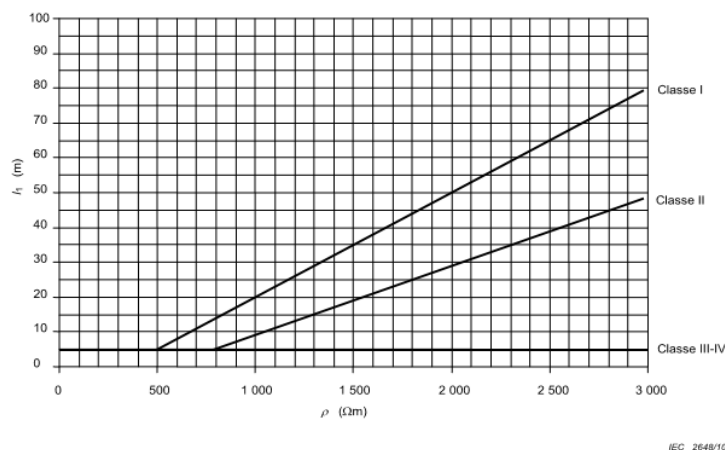
Lorsque la valeur prescrite de l_1 est supérieure à la valeur appropriée de r_e , des électrodes radiales ou verticales (ou inclinées) supplémentaires doivent être ajoutées, les longueurs individuelles l_r (horizontales) et l_v (verticales) étant obtenues à l'aide des formules suivantes :

$$l_r = l_1 - r_e \quad l_v = (l_1 - r_e) / 2$$

Et Il est recommandé que le nombre d'électrodes ne soit pas inférieur au nombre de conducteurs de descente, avec un minimum de deux.

Il convient de connecter les électrodes complémentaires à la prise de terre en boucle au niveau des conducteurs de descente et, dans toute la mesure du possible, de manière équidistante.

***Figure 3 de la norme NFEN62305-3** déterminant la longueur l_1 en relation entre le niveau de protection et la résistivité du sol, permettant le calcul des électrodes complémentaires dans le cas où la longueur d'électrode de terre ne puisse être respectée par la boucle à fond de fouille décrite plus haut.



NOTE Les classes III et IV sont indépendantes de la résistivité du sol.


Figure 3 – Longueur minimale l_1 de chaque électrode de terre selon la classe de SPF

La longueur minimale de chaque électrode de terre à la base de chaque conducteur de descente est

- l_1 pour les électrodes radiales, ou
- $0,5 l_1$ pour les électrodes verticales (ou inclinées),

où l_1 est la longueur minimale des électrodes radiales indiquée dans la partie correspondante de la Figure 3.

Pour les électrodes combinées (verticales ou radiales), la longueur totale doit être prise en compte.

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

7.1.5 Réseau équipotentiel extérieur :

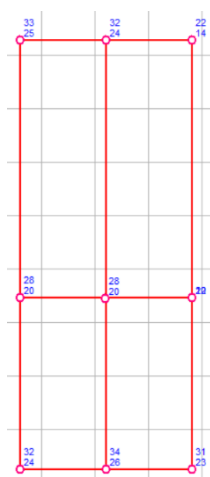
L'équipotentialité des réseaux entrants conducteurs avec le réseau de terre équipotentiel du site doit être réalisée à leur pénétration dans le bâtiment. Elle sera réalisée par des conducteurs de section 16mm² ou parafoudres de type 1 normalisés au premier nœud d'interconnexion (TGBT, TD, armoires divisionnaire). Le dimensionnement et positionnement des parafoudres de type 1 est décrit dans le chapitre IIPF, parafoudres.

Pour la réalisation des interconnexions d'équipotentialité, les points de remontée du réseau de terre existant pourront être utilisés, considéré comme partie intégrante du réseau équipotentiel principal au regard de la protection contre la foudre. Un contrôle de la bonne continuité du réseau existant pourra être réalisé en cas de doute.

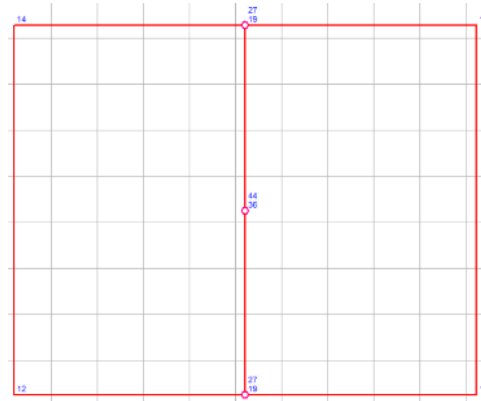
Distance de séparation :

La distance de séparation est calculée ci-dessous :

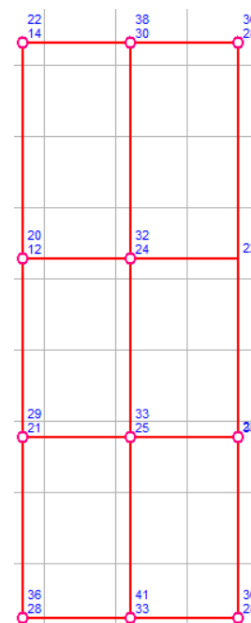
Aile Est



Partie centrale




Aile ouest



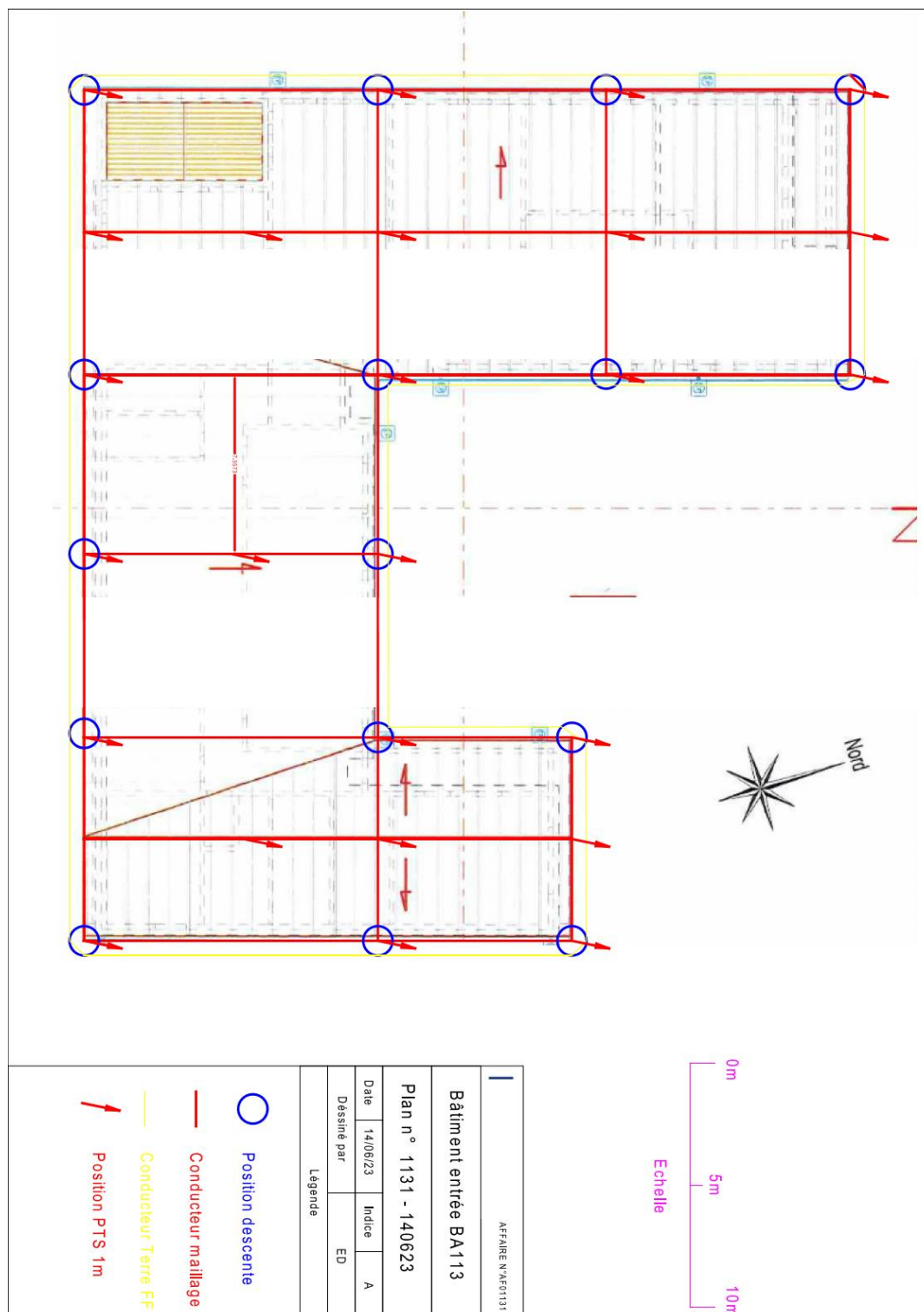
7.1.6 Dispositions contre la tension de contact et de pas

Les risques liés aux tensions de pas et de contact seront gérés par panneau d'avertissement en pied de descentes.

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

7.2 Plan de principe IEPF Bâtiment Entrée BA113

Vue en plan



7.3 Installation intérieure de protection foudre (IIPF)

7.3.1 Réseau équipotentiel intérieur

Un réseau équipotentiel est réalisé par le réseau de terre à fond de fouille et la LEP intérieure, par des câbles en cuivre nu. La structure de ce réseau a une section de 16mm². Les équipements reliés au réseau BT et Cfa devront être interconnectés à ce réseau (câble de section mini 6mm²).

Les câbles armés et mis à la terre ne nécessitent pas de protection complémentaire.

7.3.2 Parafoudres

L'ARF ne demande la mise en place de protections contre les surtensions conduite (onde 8/20µs) sur les réseaux entrants, correspondant pour les parafoudres à la dénomination parafoudres de type 2. Toutefois, il est préconisé la protection des équipements liés à la protection incendie. Les caractéristiques de ces parafoudres devront être à minima les suivantes (calculs basés sur le § I.1.2 de l'annexe I de la norme CEI61643-12) :

En tête de l'installation : minimum un courant $I_{max} \geq$ à la valeur de I_{imp} calculé pour les parafoudres de type 1.

Pour les parafoudres placés en aval des protections de tête : $I_n \geq 5kA$ est retenue correspondant à la valeur minimale pour un parafoudre de type 2), la répartition du courant de foudre dans les branches assurant une valeur I_n faible.

Parafoudres de type 1 et 2 :

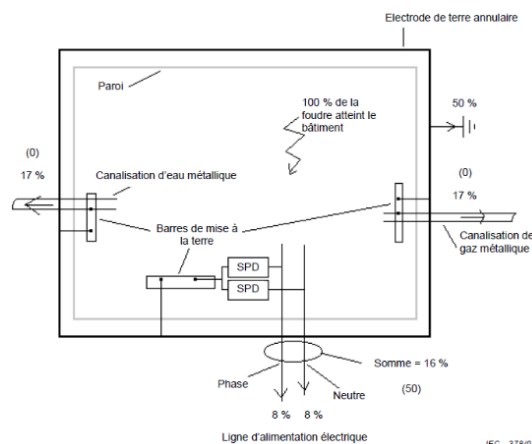
Les parafoudres de type 1 assurent l'équipotentialité des canalisations entrantes connectées à la structure dont l'équipotentialité par liaison directe ne peut être réalisée. Pour assurer le dimensionnement de chaque parafoudre de type 1, il est nécessaire de déterminer le courant I_v qui parcourra chaque pôle de ce parafoudre.


Le calcul de ce dimensionnement des parafoudres de type 1 est réalisé selon les paramètres suivants :

Le courant I_{max} dans le système de protection foudre selon le niveau de protection déterminé :

Np	Courant I_{max}
I	200 kA
II	150 kA
III/IV	100 kA

La norme IEC 61643-12 (Edition 2.0 2008-11) indique au § I.1.2 « Partage du courant de choc dans une structure » que les canalisations métalliques (eau, gaz,) peuvent être retenues dans le calcul de répartition du courant selon le schéma et la formule ci-dessous.



 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

La formule de calcul du courant dans chaque chemin (m) est : $I_{max} / (2xm)$

m= nombre de chemins (comprenant le nombre de lignes d'alimentations électriques ainsi que le nombre de conduites métalliques pénétrant dans le bâtiment) . Les conduites métalliques doivent être mises à la terre

Le courant impulsionnel d'un parafoudre de type 1 protégeant une ligne d'alimentation électrique faisant parti de ce chemin est donné par la formule suivante : I_{limp} du chemin / n

n= nombre de pôles de la ligne d'alimentation électrique concernée (les pôles inclus les conducteurs du câble = phases + neutre + PE)

On ne tient généralement pas compte dans ce calcul des lignes de communications (signaux), car l'impédance d'un réseau de communication est plus élevée que celle d'un réseau d'alimentation et dévie moins de courant de foudre. Il est toutefois possible de les prendre en compte si le nombre de paires est grand permettant d'obtenir un courant dans chacune des paires compatibles avec la tenue des paires et des parafoudres. Sinon, les valeurs par défaut données dans la norme NF EN 62305-1 s'appliquent.

Soit pour les lignes répertoriées sur le bâtiment :

Ligne	Type	Nb de lignes	I_i = $I/2/Nbre$ lignes	Nb de pôles	I_v calculé $I_i/Nbre$ pôles
Alimentation Cfo depuis Centrale électrique	Basse tension 400V régime de neutre TNS	1	$200/2/1=100kA$	4	$100 / 4=25 KA$
B / Cfa ligne télécom	180V /28P	1	$200/2/1=100kA$	28	$100 / 28=3,57 KA$

Les lignes HTA mises à la terre et armée ne nécessitent pas une protection par parafoudres de type 1

L'application de la norme NFC 15100 impose une valeur I_{limp} minimale pour un parafoudre de type 1 installé sur le réseau BT de 12,5 kA. La norme NF EN62305-1 donne pour les réseaux courants faibles un I_{limp} de 1kA en niveau de protections 3 et 4. Les parafoudres courants faibles seront donc dimensionnés pour accepter un courant I_{limp} minimal de 1kA.

Tableau des caractéristiques et de localisation des parafoudres de type 1+2 :

Repère / Armoire	Type	Un/ Nb de pôles	Régime de neutre	I_{cc}	I_{limp}	I_n	U_c	U_p	Localisation
A / TGBT	BT	400V / 4	TNS	<25 kA	12,5 kA	$\geq 5 kA$	255V	1,5kV	Local Electrique
B / Cfa ligne télécom	Cfa	180V / 56	SO	SO	1 kA	$\geq 5 kA$	180V	1,5kV	Local Télécom

Avec :

I_{limp} : courant impulsionnel en onde 10/350 μs

I_n : Courant nominal de décharge en onde 8/20 μs

U_p : Niveau de protection à I_n

I_{cc} : Courant de court-circuit

U_c : tension maximale de régime permanent

 FRANCE PROTECTION Foudre Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

7.4 Protections associées aux parafoudres de type 1

La définition des calibres des fusibles déconnecteurs associés aux parafoudres de type 1 des lignes BT sera réalisée, soit selon les valeurs du tableau de la note Qualifoudre (version 2023) reportées ci-dessous, soit selon les caractéristiques données par le fabricant des parafoudres et/ou des fusibles, en fonction des tests réalisés et validant cette association :

Tableau 1 : La tenue des fusibles gG au courant de foudre est donnée dans la norme IEC 61643-12 de 2020 :

Capacités de tenue des fusibles gG en fonction des essais de fonctionnement et des essais supplémentaires de fonctionnement en charge		
Courant assigné du fusible (en A)	In maximal pour parafoudre Type 2 (en kA)	Iimp maximal pour parafoudre Type 1 (en kA)
8	1,2	0,3
10	1,5	0,3
12	2,1	0,5
16	3,1	0,7
20	4,6	1,0
25	6,4	1,4
32	9,9	2,2
40	12,5	2,8
50	15	3,4
63	19	4,2
80	25	5,6
100	33	7,3
125	42	9,6
160	57	13
200	72	16
224	83	19
250	96	22
315	123	28
400	157	35
500	200	45
630	267	60

Nota 1 : Il convient de noter que les valeurs sont applicables à tous les types de fusibles gG, quelles que soient leurs dimensions, mais elles ne sont pas applicables à d'autres caractéristiques de fusible. Bien entendu, elles peuvent servir à des fins d'estimations sur la base de calculs comparatifs. Il est néanmoins nécessaire de vérifier séparément les autres caractéristiques des fusibles en appliquant l'essai de fonctionnement en service complet des parafoudres comme cela est indiqué dans l'IEC 61643-11.

Nota 2 : Des fusibles spécifiquement développés pour être associés aux parafoudres (SPD « SPD Fusing Disconnectors » selon IEC 61643-12) et spécifiquement testés en onde de foudre peuvent être également utilisés. Ils devront néanmoins déclarer un calibre assigné et si nécessaire la courbe temps-courant pour assurer la sélectivité avec le DPSI en amont.

Nota 3 : la plupart des données expérimentales utilisées pour ce tableau pour les courants de choc 10/350 µs (parafoudre Type 1) sont basées sur des fusibles NH. Toutefois, certains essais réalisés sur quelques fusibles de type cylindrique ont confirmé les capacités de tenue mentionnées ci-dessus pour des fusibles cylindriques.

Tableau 2 : La tenue au courant de foudre des disjoncteurs est synthétisée dans le tableau ci-dessous, issu également de la norme IEC 61643-12 :

Courant assigné (en A)	0-80	80-...
Tenue au courant de choc (8/20) – parafoudre Type 2	En règle générale, les disjoncteurs présentent une tenue bien plus importante que les fusibles (2 fois plus élevée)	En règle générale, les disjoncteurs présentent une tenue plus importante que les fusibles (30 % à 50 % de plus)
Tenue au courant de foudre (10/350) – parafoudre Type 1	Aucune véritable déclaration n'est possible, ceci n'étant pas lié au courant assigné des disjoncteurs, mais dans une plus large mesure à leur technologie. La tenue au courant de foudre peut être inférieure ou supérieure à celle des fusibles	

Nota : Certains disjoncteurs ont une tenue au courant de foudre déclarée, auquel cas le tableau ci-dessus ne s'applique pas.

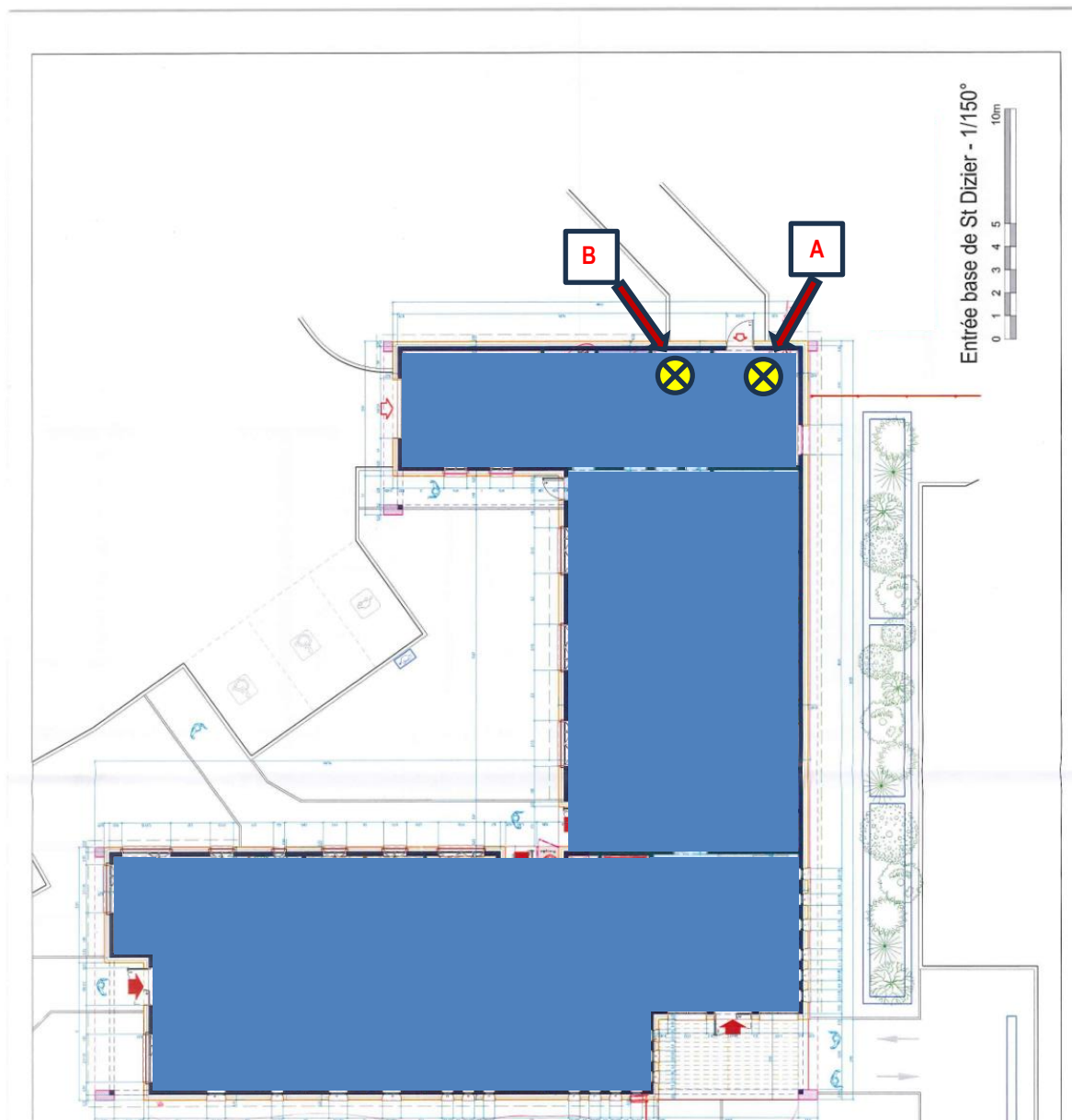
Parafoudres de type 2


Pour assurer la protection des équipements sensibles (dont les tensions d'isolement (U_w) sont $< 1,5kV$), il est recommandé d'installer un parafoudre de type 2 ou 3 à proximité immédiate des équipements.

Ces parafoudres doivent avoir les caractéristiques minimales suivantes :

- Parafoudres type 2 $I_{n\geq 5kA}$ – $U_p < 1,3kV$
- Parafoudres type 3 : $I_{max\geq 5kA}$ – $U_p > 0,8 \times U_w$

7.5 Plan d'implantation des parafoudres



 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

8 RESUME DES PROTECTION A INSTALLER

8.1 Tableau récapitulatif des protections à installer

8.1.1 Protections spécifiques

	TYPE PROTECTION	Pas du maillage Diamètre sphère		LOCALISATION	DESCENTES	PRISES DE TERRE
IEPF (Paratonnerre)	24 PTS 1m + Maillage	Selon plan 20m		Toiture	16 (Spécifiques)	1 (Type B)
	TYPE PROTECTION	NBRE	PÔLES	LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	
IIPF	Parafoudre type 1+2	1	4 pôles	TGBT 1	limp=12,5 kA	Up<1,5kV
		1 (Ensemble)	28 paires	Coffret téléphonie Hall	limp=1kA	Up<1,5kV

Mise en œuvre générales adaptées à la protection foudre

Réseau équipotentiel :


Les liaisons équipotentielle entre les différentes installations raccordées aux réseaux électriques et/ou de communication (téléphone, data, etc.) devront être réalisées.

Un réseau équipotentiel maillée, réalisé par une câblette cuivre nu d'une section minimale de 16mm² devra être installés depuis le réseau de terre du bâtiment vers chaque tableau divisionnaire. Ces derniers devront être reliés entre eux de la même manière.

Ce réseau sera également distribué vers les locaux sensibles (Local DIRISI – Local RDIP – Local technique – Local MUSE) qui seront reliés entre eux par un conducteur de même nature et section (maillage des réseaux).

Les châssis et plaques des armoires métalliques, coffrets et baies devront être raccordés au réseau équipotentiel.

Ces dispositions sont complétées par le raccordement des ferrillages des dalles béton sous les locaux à la prise de terre en boucle, assurant également la continuité électrique entre ces panneaux par ligature ou soudure avec un recouvrement de 3cm minimum. Des liaisons vers les locaux sont alors réalisées depuis les ferrillages vers les armoires divisionnaires et les équipements sensibles.

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

9 ANNEXES

9.1 Lexique

Système de protection contre la foudre (SPF)

Installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure.

Densité de foudroiement (Nsg)

Nombre de coups de foudre par km par an. Cette valeur est obtenue auprès des réseaux de localisation des coups de foudre au sol.

Distance de séparation (ds)

Distance entre deux parties conductrices telle qu'aucun arc dangereux ne puisse apparaître

Niveau de protection contre la foudre (NPF ou Np)

Valeur liée à l'ensemble des paramètres du courant de foudre, indiquant la probabilité que les valeurs de conception maximales et minimales associées ne soient pas dépassées si la foudre apparaît de manière naturelle

Installation extérieure du système de protection contre la foudre (IEPF)

Partie de système de protection contre la foudre comprenant un dispositif de capture, des conducteurs de descente et une prise de terre

Installation intérieure du système de protection contre la foudre (IIPF)

Partie du SPF comprenant les liaisons équipotentielle de foudre, et/ou l'isolation électrique d'un SPF extérieur

Dispositif de capture

Partie de l'installation extérieure utilisant des éléments métalliques tels que tiges, mailles ou fils tendus, destinée à intercepter la foudre

Conducteur de descente

Partie de l'installation extérieure destinée à conduire le courant de foudre du dispositif de capture à la prise de terre

Joint de contrôle

Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments du système de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage

Prise de terre


Partie de l'installation extérieure destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre

Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA)

Paratonnerre générant un amorçage de façon plus précoce qu'un paratonnerre à tige simple dans les mêmes conditions.

Composant "naturel" de l'installation de protection contre la foudre

Composant non installé spécifiquement à cet effet, mais pouvant être utilisé en complément à la mise en œuvre du SPF et pouvant parfois remplir la fonction d'une ou de plusieurs parties du SPF

 FRANCE PROTECTION Foudre <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	ETUDE TECHNIQUE Foudre	Date : 14/06/2023
	REAMENAGEMENT ENTREE BA113	N° : ETF1131 140623

Liaison équipotentielle de foudre

Interconnexion du SPF aux parties conductrices d'une installation par des connexions directes ou par des parafoudres réduisant les différences de potentiel engendrées par le courant de foudre

Parafoudre (SPD - Surge Protection Device)

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à évacuer les courants de foudre. Il comprend au moins un composant non linéaire

Protection par parafoudres coordonnés

Ensemble de parafoudres coordonnés choisis de manière appropriée et mis en œuvre pour la protection contre les chocs des réseaux de puissance et de communication

Parafoudre testé sous limp

Parafoudre résistant à un courant de foudre partiel d'onde typique 10/350 μ s nécessitant un courant correspondant d'essai de choc limp

Parafoudre testé sous In

Parafoudre testé sous parafoudre résistant à des courants de choc d'onde typique 8/20 μ s nécessitant un courant correspondant d'essai de choc In